

Juho Aalto

## **OHEISLAITTEISTA RIIPPUMATON VR-ASETOTEUTUS**

# OHEISLAITTEISTA RIIPPUMATON VR-ASETOTEUTUS

Juho Aalto  
Opinnäytetyö  
Syksy 2021  
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma, ohjelmistokehityksen suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä(t): Juho Aalto

Opinnäytetyön nimi: Oheislaitteista riippumaton VR-asetoteutus

Työn ohjaaja(t): Jaakko Kaski

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2021

Sivumäärä: 24

---

Omiin harrastuksiini on kuulunut läpi elämän erilaiset videopelit, minkä vuoksi halusin tehdä opinnäytetyöni aiheeseen liittyen. Kiinnostuksen kohteitani ovat myös eri tieteen alojen uudet innovaatiot. Tästä syystä halusin kokeilla toteuttaa jotain virtuaalitodellisuuteen liittyvää. Tutkittuani eri vaihtoehtoja huomasin, että markkinoilla ei ole juurikaan saatavilla virtuaalitodellisuudessa hyödynnettäviä toden mukaisia aseita. Aseet monesti joko muistuttivat jotain futuristista asetta taikka olivat vain erillisiä putkista koottuja runkoja, joihin liitettiin esimerkiksi virtuaalitodellisuudessa hyödynnettävät ohjaimet erikseen. Tällaisen putkista kootun rungon hinnat lähtivät noin sadan dollarin kappalehinnasta ja mikäli aseiden runko muistutti enemmän oikeaa asetta, hinta saattoi kivuta useisiin satoihin dollariin. Halusin siis myös tutkia, saisiko aseiden toteutettua kohtuullisella ja kilpailukykyisellä hinnalla.

Tavoitteenani oli siis toteuttaa kohtuullisella budjetilla virtuaalitodellisuusase, joka muistuttaa todellista asetta ulkonäöltään sekä käytettävyydeltään. Halusin huomioida, että hyödynnettävä laitteisto on mahdollista yhdistää halutessaan myöhemmin myös muunlaiseen aseiden runkoon, eikä täten olisi sidoksissa vain yhteen asemalliin.

Lopputuote vastasi hyvin odotuksiani, vaikka kehitystyön matkalla kohtasinkin ongelmia. Sain toteutettua aseiden liikkeen ja asennon seurannan reaaliaikaisesti. Lisäksi asetta on mahdollista testata demo-ohjelmassa, jossa aseella voidaan ampua maalitauluja.

Jatkokehityksen kannalta aseeseen on mahdollista toteuttaa lisää toiminnallisuuksia, jotka jäivät uupumaan ensimmäisestä versiosta. Jatkokehitettäviä toiminnallisuuksia voisivat olla esimerkiksi sarjatulitoiminto ja aseiden lataaminen lipasta vaihtamalla. Lisäksi tuotetta olisi hyvä testata tarkemmin oikeassa virtuaalitodellisuusympäristössä.

---

Asiasanat: VR-ase, virtuaalitodellisuus, reaaliaikainen järjestelmä, Unity

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in Information Technology, Option of Software Development

---

Author(s): Juho Aalto  
Title of thesis: Implementation of peripheral free VR-gun  
Supervisor(s): Jaakko Kaski  
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2021  
Number of pages: 24

---

My plan was to create virtual reality gun with low budget which should replicate real gun as appearance and usability. Reason for this was my hobby background on videogames, mainly as player. One another reason was that after some investigation I found out, that there aren't that many options available for virtual reality guns which would fulfill these requirements. Usually, options were either simply frame built from tubing or expensive sci-fi rifles.

Thesis goal was achieved, and I managed to build functioning virtual reality gun that replicated real gun. It was possible to use the gun at demo program where the user could move and rotate the gun around and do some practice shooting to targets. User uses a monitor to track down the gun movements.

For the future the gun usage should be investigated more at the real virtual reality environment. Currently there is only implemented single fire mode for the gun, so auto fire would be good enhancement for the gun. Also, a reloading functionality for the gun should be implemented.

---

Keywords: VR-gun, virtual reality, real time system, Unity

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	MIKÄ IHMEEN VIRTUAALITODELLISUUS? .....	7
2.1	Historia .....	7
2.2	Nykyiset käyttökohteet .....	8
2.3	Kuinka virtuaalitodellisuus toimii .....	8
2.4	Virtuaalitodellisuus ja ristiriitaiset aistiärsykkeet .....	9
3	VIRTUAALITODELLISUUSASE .....	11
3.1	Aseen runko .....	11
3.2	Tiedonsiirto aseeseen ja tietokoneen välillä .....	12
3.3	Käytetyt komponentit .....	13
3.3.1	Adafruit Huzzah ESP32 -mikrokontrolleri .....	13
3.3.2	Virtalähde .....	13
3.3.3	Gyroanturi .....	14
3.3.4	Painonappi .....	15
3.3.5	Web-kamera .....	16
3.4	Komponenteista rakennettu VR-ase .....	18
4	DEMO-OHJELMA .....	20
4.1	Unity .....	20
4.2	Demo-ohjelman kompastuskivet .....	21
5	LOPPUTULOS .....	22

# 1 JOHDANTO

Opintyon tavoitteena oli luoda oheislaitteista riippumaton virtuaalitodellisuusase (jatkossa VR-ase).

Halusin tuotteen täyttävän seuraavat vaatimukset opinnäytetyön päätyttyä:

- Ase muistuttaa todellista asetta ulkomuodoltaan ja käsiteltävyydeltään.
- Aseen asento ja liikuttelu voidaan havainnollistaa reaaliaikaisesti virtuaalitodellisuus demo-ohjelmassa taikka -pelissä.
- Asennon ja liikkeen tunnistaminen toteutetaan kiihtyvyy- ja gyroantureilla. Tarvittaessa hyödynnetään myös magneettianturia.
- Datan siirto tietokoneen ja aseeseen välillä tapahtuu langattomasti.
- Aseella voidaan ampua ja sen voi ladata.

Tavoitteena on jatkaa tuotteen jatkojalostusta omana harrastusprojektina.

## 2 MIKÄ IHMEEN VIRTUAALITODELLISUUS?

Virtuaalitodellisuudessa luodaan tietokonegrafiikan avulla keinotekoinen maailma, joka voi viedä käyttäjän fantasiamaailmaan taikka jäljitellä aitoa ympäristöä. Tietokonegrafiikka esitetään käyttäjälle yleisesti päähän puettavilla VR-laseilla. VR-laseja on nykyisin kuluttajamarkkinoilla monesta hintaluokasta lähtien. Korkeamman hintaluokkaan kuuluvat VR-lasit tukevat monipuolisemmin toiminnallisuuksia kuin halvemman hintaluokan VR-lasit. Myös älypuhelin voidaan hyödyntää VR-laseina, kun puhelimen kanssa käytetään sille suunniteltua päähän puettavaa telinettä. (Laine & Dufva.)

### 2.1 Historia

Virtuaalitodellisuus on oikeastaan varsin vanha keksintö. Ensimmäinen virtuaalitodellisuus toteutus oli Morton Heiligin kehittämä Sensorama, joka kehitettiin vuonna 1957. Sensorama oli suljettu koppi, joka sisälsi näytön sekä tuolin käyttäjälle. Käyttäjä kykeni katselemaan stereoskooppisia kuvia eri kulmista. Laite myös sisälsi kaiuttimet äänien tuottamista varten sekä tuulettimen ja laitteita, jotka tuottivat tuoksuja käyttäjälle. (Virtual Reality Society 2017a.)

Samoihin aikoihin kehitettiin myös ensimmäinen päähän puettava näyttö (HMD, head mounted display) Philco Corporation yrityksessä. Laitetta kutsuttiin Headsightiksi ja se oli suunniteltu helikopterilentäjille, joiden täytyi kyetä näkemään ympärilleen lentäessään öisin. (Virtual Reality Society 2017a.)

Vuonna 1968 Ivan Sutherland kehitti uudenlaisen HMD-laitteen, joka oli kytketty tietokoneeseen ja käyttäjä kykeni tarkastelemaan laitteella virtuaalimaailmaa. Näytön suuren painon vuoksi laite oli oltava kytkettynä tukilaitteeseen. (Virtual Reality Society 2017a.)

Virtuaalitodellisuuden toinen tuleminen tapahtui 2016, kun kuluttajien saataville lanseerattiin HTC Vive- ja Oculus Rift-lasit. Virtuaalitodellisuuden nopeaan kasvuun ovat vaikuttaneet muun muassa tietoliikenneyhteyksien ja laitteiden kehittyminen. (Laine & Dufva.)

## 2.2 Nykyiset käyttökohteet

Tunnetuimpia virtuaalitodellisuuden käyttökohteita ovat pelit, lentosimulaattorit ja kirurgia. Kirurgit voivat esimerkiksi harjoitella leikkauksia virtuaaliselle potilaalle taikka katsella ihmiskehon sisälle, mikä antaa monipuolisemman kuvan potilaan tilasta kuin esimerkiksi röntgenkuvat (Virtual Reality Society 2017b).

Ilmailualalla virtuaalitodellisuutta hyödynnetään lentokoneiden suunnittelussa. Tämä antaa vapaammat kädet suunnittelijoille kokeilla erilaisia versioita lentokoneen osista. On paljon helpompaa ja halvempaa muokata simuloidun lentokoneen osia kuin rakentaa aina uusi lentokone. (Virtual Reality Society 2017b.)

Edellä mainittujen toteutuksien lisäksi virtuaalitodellisuutta hyödynnetään muun muassa myös

- opetuksessa
- urheilussa
- sota teollisuudessa.
- muotialalla
- elokuva-alalla
- rakennusallalla.

(Virtual Reality Society 2017c).

## 2.3 Kuinka virtuaalitodellisuus toimii

Virtuaalitodellisuuden toimivuus perustuu pitkälti ihmisen erilaisten aistiärsykkeiden manipulointiin, joista yleisimmät ovat näkö-, kuulo- ja tuntoaisti. Nämä aistiärsykkeet kulkeutuvat hermostoamme pitkin aivoihimme, jossa tiedon käsittely ja aistikokemuksien ymmärtäminen tapahtuu. Aistikokemukset ovat monien erilaisten aistiärsykkeiden summa. (Hout & Penn 2018.)

Ihmisen aivot luottavat vahvasti näköaistin tuottamiin ärsykkeisiin ja siksi virtuaalitodellisuudessa tähän panostetaan paljon. Ihmisen näköaisti on bin-okulaarinen eli se perustuu kahteen yhtäaikaan, hieman erilaisen näköhavaintoon, jonka silmät tuottavat. Nämä kaksi erikseen tuotettua näköhavaintoa on yhdistettävä aivoissa yhdeksi kokonaisuudeksi, jota kutsutaan vuorostaan stereonäköksi. Stereonäön vuoksi aivot kykenevät erottamaan etäisyseroja.



Virtuaalitodellisuuslaseilla esitetään molemmille silmille yhtäaikaaisesti hieman toisistaan syvyydel-  
lisesti eroavaa näköhavaintoa yhtäaikaisesti. Tämän ja laseissa käytettävien linssien avulla käyttä-  
jän aivot tulkitsevat näköhavainnon normaalina näköaistimuksena sen sijaan, että käyttäjä vain  
katselisi erillisiä ruutuja lasien lävitse. (Hout & Penn 2018.)

Yleinen käsite virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa on immersio, jolla tarkoitetaan sitä, kuinka va-  
kuuttavasti virtuaalitodellisuus ja sen tapahtumat vastaavat todellisen arkielämämme tapahtumia.  
Esimerkiksi oikeassa elämässä kykenemme liikkumaan ympäristössämme eri nopeuksilla kävellen  
tai juosten. Mikäli virtuaalitodellisuudessa liikkuminen tapahtuu vain yhdellä vakionopeudella, rik-  
koo tämä immersion tunnetta. Mitä vakuuttavamman immersion virtuaalitodellisuus luo, sitä enem-  
män käyttäjä tuntee olevansa oikeasti osa virtuaalitodellisuutta. (Hout & Penn 2018.)

Tärkeä osa virtuaalitodellisuus toteutuksia on asennonseuranta. Immersio rikkoutuu hyvinkin no-  
peaa, kun käyttäjä kääntelee päätään katsellakseen ympärilleen, mutta näkymä laseissa säilyy  
samana. Tätä varten laitteen välittämän kameranäkymän on muututtava samassa suhteessa kuin  
käyttäjän pään asennot. Tämä tapahtuu laitteissa olevien gyroskooppi- ja kiihtyvyyssanturien tuot-  
taman datan avulla. (Hout & Penn 2018.)

Toinen tärkeä virtuaalitodellisuuden kokemus immersion rinnalla on läsnäolon tunne. Läsnäolon  
tunteella mitataan, kuinka paljon enemmän ihminen kokee olevansa virtuaalitodellisuudessa oi-  
kean maailman sijaan. Läsnäolon tunnetta voidaan seurata tarkkailemalla kehon erilaisia stressi-  
reaktioita, kuten sykkeen nousua taikka hengityksen kiihtymistä. Tästä syystä virtuaalitodellisuutta  
voidaan hyödyntää myös erilaisten fobioiden, kuten korkeanpaikankammon hoidossa, jossa potilas  
hallitussa ympäristössä harjoittelee pelkojensa käsittelyä. (Hout & Penn 2018.)

## **2.4 Virtuaalitodellisuus ja ristiriitaiset aistiärsykkeet**

Virtuaalitodellisuus voi aiheuttaa käyttäjälleen kyberpahoinvointia. Tämä johtuu yleisesti useam-  
masta yhtäaikaisestä ristiriitaisesta aistiärsykkeestä. Yksi kyberpahoinvointia aiheuttama ilmiö ta-  
pahtuu, kun kehon liikkeiden ja laitteiston liikkeen mukailman näkymän välille syntyy riittävä viive.  
Toinen tilanne on, jossa keholle syntyy kahden eri ärsyksen ristiriita yhtäaikaisesti. Tällainen ti-  
lanne voi olla esimerkiksi, jossa hahmoa liikutetaan peliohjaimella ja tämän seurauksena virtuaali-  
todellisuuden näkymä liikkuu, mutta pelaaja pysyy todellisuudessa paikallaan istuessaan sohvalla.

Tällöin silmät välittävät aivoille viestiä, että pelaaja olisi liikkeessä, mutta sisäkorvan elimet, joilla hahmotetaan asentoa ja liikettä, eivät koe virtuaalitodellisuudessa tapahtuvaa liikettä vaan aistit viestivät henkilön olevan paikallaan. Tilannetta vastaa hyvin arkielämän tilanne, jossa henkilö istuu autossa liikennevaloissa ja vierellä oleva iso ajoneuvo kuten bussi lähtee liikkeelle. Henkilö voi hetken aikaa näköhavaintonsa vuoksi aistia itse liikkuvansa taaksepäin, vaikka todellisuudessa onkin paikallaan ja vain vieressä oleva ajoneuvo liikkuu. (Hout & Penn 2018.)

### 3 VIRTUAALITODELLISUUSASE

Yksi päätavoitteistani VR-aseelle oli, että se muistuttaisi käytettävyydeltään mahdollisimman paljon oikeaa asetta. Tämä syventää käyttäjän immersiota virtuaalitodellisuuteen sekä voi helpottaa aseiden käyttöä, kun se vastaa pelin esittämää pelikuvaa.

#### 3.1 Aseen runko

Valitsemani aseiden täytyisi siis muistuttaa todellista asetta mahdollisimman paljon sekä olla jokin perinteinen asemalli perinteisistä ampumapeleistä. Käytettävyyden ja aseeseen sijoitettavan elektroniikan vuoksi pistoolit olivat pois suljettuja vaihtoehtoja tässä tilanteessa. Riittävän ison rungon sisältäviä asetyyppejä olisivat siis konepistoolit, rynnäkkökiväärit tai haulikot. Näistä kolmesta päädyin valitsemaan rynnäkkökiväärin. Tämän jälkeen oli päätettävä käytettävän rynnäkkökiväärin malli, joksi valikoitui M16-rynnäkkökivääri.

Monet airsoft-aseet, toisin sanoen kuula-aseet, mukailevat ulkonäöltään oikeaa asetta (Atom Airsoft). Tästä syystä lähdin etsimään aseiden runkoa airsoft-aseista. Airsoft-aseista löytyy monenlaisia ominaisuuksia, mutta tärkein projektin kannalta oli, että ulkomuoto muistuttaa alkuperäistä asetta ja siitä löytyy aseiden perustoiminnot. Tarvetta ei ole sähkötoimiselle airsoft-aseelle, vaan perinteinen jousiviritteinen ase käy varsin hyvin tähän käyttötarkoitukseen.

Aseiden runkoksi valikoitui projektille sopivimmaksi Kärkkäinen-tavaratalosta löytyvä jousitoiminen airsoft-asepaketti (kuva 1). Kyseisen paketin etuja muihin vastaaviin olivat tuotteen saatavuus, hinta ja aseiden modulaarisuus.



*KUVA 1. Projektissa hyödynnettävä airsoft-asepaketti. (Kärkkäinen)*

### **3.2 Tiedonsiirto asean ja tietokoneen välillä**

Oli selvää, että jotta VR-ase voisi mukailla mahdollisimman hyvin todellista asetta sitä ei voinut kytkeä tietokoneeseen johdolla, sillä tämä olisi voinut rajoittaa asean liikeratoja, sekä rikkoa immersiota. Tästä syystä datan siirto VR-aseen ja tietokoneen välillä oli toteutettava langattomasti.

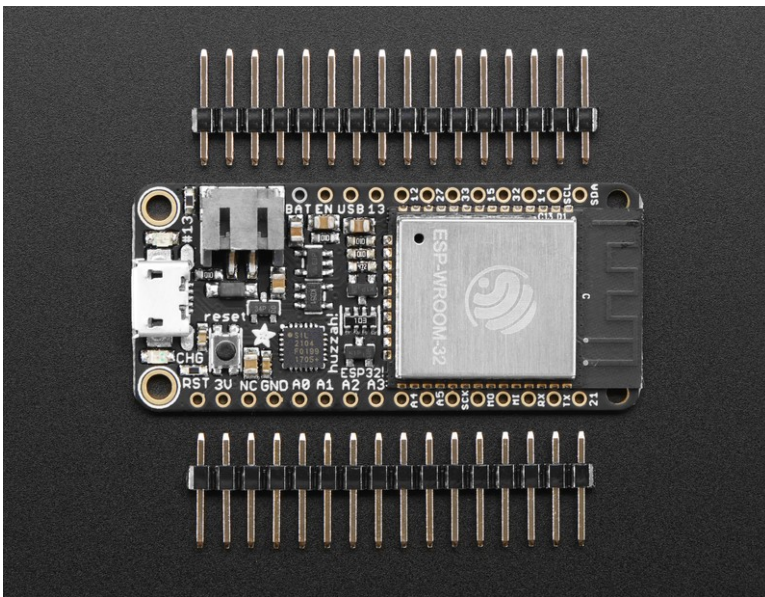
Valittavan langattoman tiedonsiirtotavan täytyi siis kyetä siirtämään anturien dataa pienellä energian kulutuksella ja vain muutamien metrien matkan. Energiatohokkuutta vaadittiin sen vuoksi, että VR-asetta kyettäisiin käyttämään mahdollisimman pitkiä aikoja lataamatta laitteen akkua. Tutkimisen jälkeen vaihtoehdoksi valikoitui Bluetooth-teknologia.

Bluetooth-teknologia on suunniteltu lyhyen matkan langattomaan datan siirtoon. Bluetooth käyttää ultrakorkeataajuisia radioaaltoja ja sopii hyvin anturien mittaaman datan lähettämiseen. Bluetooth-laitteiden kantama voi olla, jopa tuhat metriä, mutta perinteisesti saavutettava kantama on noin kymmenen metriä. Laaja kantamien vaihtelu johtuu siitä, että Bluetoothin signaali on herkkä fyysisille esteille. Bluetooth tarjoaa myös Bluetooth Low Energy -ominaisuuden, jonka virrankulutus voi olla jopa kymmenen kertaa pienempi kuin esimerkiksi WiFiä käytettäessä. Bluetooth Low Energyllä voidaan saavuttaa yhden megabitin siirtonopeus sekunnissa ja Bluetooth Classicia käytettäessä nopeus voi olla jopa kolminkertainen. (Skawiński 2019.)

### 3.3 Käytetyt komponentit

#### 3.3.1 Adafruit Huzzah ESP32 -mikrokontrolleri

Tiedonsiirto asean ja tietokoneen välillä täytyi siis toteuttaa langattomasti. Aikaisemman kokemuksen perusteella valitsin käytettäväksi mikrokontrolleriksi Adafruit Huzzah ESP32 -mikrokontrollerin (kuva 2).



KUVA 2. Adafruit Huzzah ESP32 -mikrokontrolleri. (Adafruit Industries 2021.)

ESP32:lla on mahdollista toteuttaa tiedonsiirto langattomasti joko Bluetoothilla taikka WiFillä. Laitteen ohjelmointi voidaan suorittaa käyttäen yleistä mikrokontrollereille tarkoitettua Arduino-ohjelmistoa.

#### 3.3.2 Virtalähde

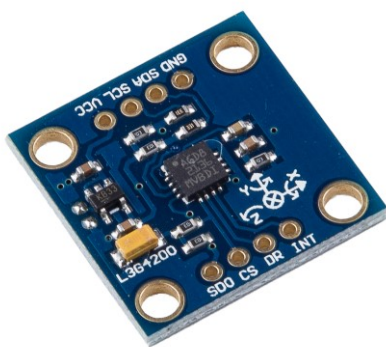
Jotta käyttäjälle voitaisiin mahdollistaa mahdollisimman vapaa liikkuminen asean kanssa, on laitteen tarvittava virta saatava kannettavasta virtalähteestä. Itseltäni sattui löytymään 9000 mAh WAVE-merkinen varavirtalähde (kuva 3), jossa on sisäänrakennettuna latausjohto USB-A- ja USB-mini-liittimellä.



KUVA 3. Kannettava virtalähde tarvittaville komponenteille.

### 3.3.3 Gyroanturi

Jotta asean asennon muutosta voidaan havainnoida, täytyy tarkkailla sen kiertymistä xyz-akseliensa ympäri. Akselien kiertojen havainnointi suoritettiin käyttämällä L3G4200D-gyroskooppianturia (kuva 4).



KUVA 4. L3G4200D-gyroskooppianturi. (eLab Peers)

Data, jonka anturi tuottaa, esikäsitellään mikrokontrollerilla, minkä jälkeen data lähetetään langattomasti tietokoneelle jatkokäsittelyä ja -hyödyntämistä varten.

### 3.3.4 Painonappi

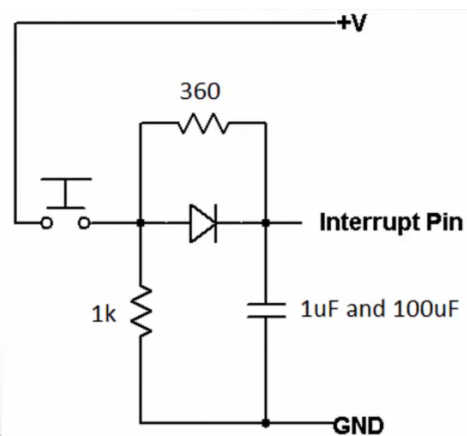
Jotta aseella voidaan ampua pelissä, tarvitsee se toteutuksen liipaisimelle. Tämän toteutin sijoittamalla painonapin liipaisimen taakse liipaisin kaaren sisäpuolelle (kuva 5). Käyttäjän vetäessä liipaisinta ja sen ollessaan pohjassa liipaisin painaa painonapin myös pohjaan. Tämä laukaisee mikrokontrollerissa keskeytyspalvelijan, jolla ilmoitetaan pelille liipaisimen olevan painettuna pohjaan, joka vuorostaan aiheuttaa aseeseen laukeamisen pelissä.



*KUVA 5. Painonappi liipaisimen takana.*

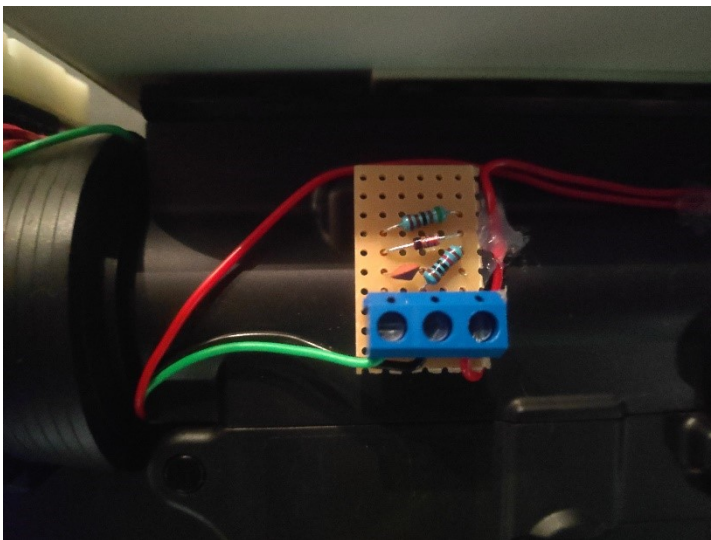
Painonappien kanssa yleinen ongelma on niin sanottu pomppiminen. Pomppiminen tarkoittaa, sitä, että kun käyttäjä painaa painonappia ja käyttäjän näkökulmasta painonappia painettaessa kytkin sulkeutuu vain kerran, niin todellisuudessa painonapin sisällä oleva mekaniikka saattaa sulkea ja aukaista piirin useamman kerran jo yhden millisekunnin aikana ennen lopullista sulkeutumistaan. Nopean kellotaajuuden omaavilla laitteilla tämä tarkoittaa sitä, että ne rekisteröivät useamman painalluksen yhden painalluksen sijaan. Pomppimista voidaan hallita erilaisilla komponenteilla toteutetuilla suodattimilla sekä ohjelmoimalla. (Christoffersen 2015.)

Liipaisimelle oli siis toteutettava suodatus, jotta se ei ampusi useampaa luotia yhdellä liipaisimen painalluksella. Projektin ajankäytön vuoksi aseeseen ei toteutettu sarjatulitoimintoa. Toteutin suodatuksen käyttäen ohjelmointia sekä komponenteilla toteutettua suodatinta. Tutkittuani ja testatuani erilaisia komponenteilla toteutettuja suodattimia päätyn käyttämään kytkentäkaavion (kuva 6) mukaista suodatinta, joka esitellään Youtube-käyttäjän ForceTronicsin videolla.



KUVA 6. Painonapin suodattimen kytkentäkaava (ForceTronics 2016).

Määriteltyäni laitteistolleni sopivan kokoiset vastukset, kondensaattorin ja diodin suodatinta varten kolvasin nämä erilliselle reikälevylle, jonka kiinnitin kuumaliimalla kiinni aseeseen runkoon (kuva 7). Suodattamisesta huolimatta mikrokontrolleri saattoi satunnaisesti havaita painonapin pomppimista, ja tätä varten sijoitin toisen painonapin mikrokontrollerin lähelle kytkentäalustalle, millä pystyin pakottamaan painonapin asennon oikeaksi ohjelmistooni.



KUVA 7. Rakennettu suodatin kiinnitettynä aseeseen runkoon.

### 3.3.5 Web-kamera

Aseen liikkuminen ympäristönsä suhteen oli tarkoitus alun perin toteuttaa kiihtyvyyssanturin avulla, tarkkailemalla aseeseen kohdistuvia kiihtyvyyksiä. Testattuani ja tutkittuani kiihtyvyyssanturia



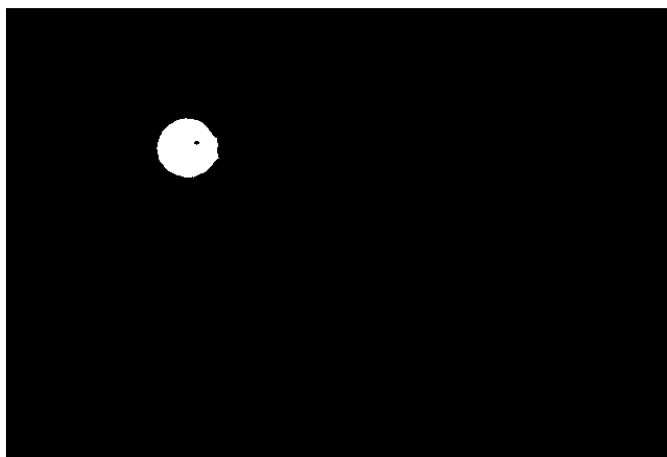
kuitenkin huomasi, että sijaintitiedon tuottaminen kiihtyvyysanturin tarjoamasta datasta vaatisi paljon laskentatehoa ja signaalidatan suodattamista. Tämä on todella vaikeaa toteuttaa reaaliaikajärjestelmässä, jossa tarvittavat tiedot on saatava käytettäväksi mahdollisimman nopeasti vain muutamassa kymmenessä millisekunnissa.

Tästä syystä päädyin luovuttamaan kiihtyvyysanturin suhteen ja otin käyttöni kameraperustaisen seurannan aseiden sijainnin määrittämiseksi. Kameraperusteinen sijainnin määrittäminen tapahtuu kuvan suodatuksen avulla, jossa jokaista kameran ottamaa kuvaa (kuva 8) verrataan pikseli pikseliltä ennalta määrättyä bittimaskia vastaan. Bittimaskilla on määritelty väriraja-arvot, minkä sisällä jokaisen pikselin täytyy olla, jotta se pääsee suodattimesta lävitse (kuva 9). Suodattimen läpäisseen kuvan osan avulla voidaan määrittää kyseisen osion sijainti muuhun kuvaan nähden.

Aseiden sijainti ja liikkeet määritellään sen piipun päähän asetetun yksivärisen pallon sijainnin sekä pallon halkaisijan perusteella (kuva 10).



*KUVA 8. Alkuperäinen kuva VR-aseen piippuun kiinnitetystä vihreästä pallosta.*



*KUVA 9. Bittimaskin suodatus tulos alkuperäisestä kuvasta.*



*KUVA 10. Bittimaskin tiedoista jatkojalostetut sijaintitiedot liitettyinä alkuperäiseen kuvaan.*

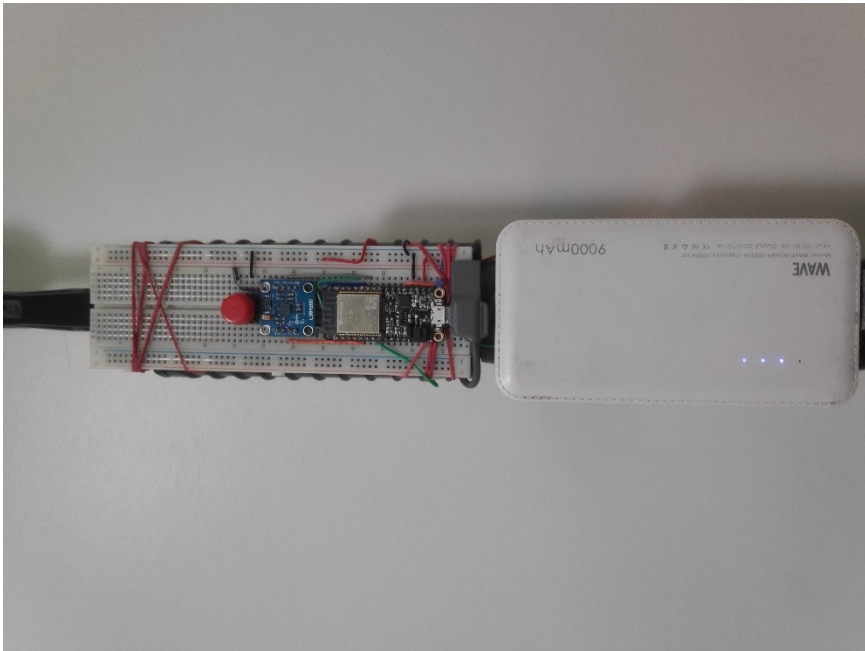
Suodatetusta kuvasta saatu data voidaan jatkojalostaa hyödynnettäväksi Unity-pelimoottorin puolella. Tällöin pelissä tapahtuvat aseiden paikka muutokset vastaavat kameran edessä tapahtuvaa oikeaa aseiden paikkamuutosta.

### **3.4 Komponenteista rakennettu VR-ase**

Komponentit oli saatava kiinnitettyä aseeseen siten, etteivät ne vaikuta aseiden peruskäytettävyyteen merkittävästi (kuva 11). Päädyin sijoittamaan akkupankin kaksipuolisella teipillä aseiden rungon yläosassa olevaan kiskoon, josta olisi lyhyt matka virta johdolla mikrokontrollerille. Mikrokontrolleri oli sijoitettu kytkentäalustalle gyroanturin kanssa (kuva 12), mistä lähti myös johdot liipaisimen painonapille. Tämä kytkentäalusta oli vuorostaan sijoitettuna aseiden etutukin yläosassa olevaan kiskoon kuminauhoilla. Liipaisimen painonapille menevät johdot kiinnitin kuumaliimalla aseiden runkoon, sekä sijoitin matkan varrelle rakentamani häiriönpoistosuodattimen.



KUVA 11. Komponentit sijoitettuna aseeseen rungolle.



KUVA 12. Virtalähde ja kytkentäalusta komponentteineen aseeseen yläpinnalla.

## 4 DEMO-OHJELMA

Jotta aseiden toimintaa voisi testata vaati se oman demo-ohjelmansa. Demo-ohjelmassa oli tarkoitus seurata VR-aseiden liikkeitä reaaliaikaisesti. Käyttäjällä on myös mahdollista ampua maalitauluja demo-ohjelmassa. Päätin toteuttaa demo-ohjelman Unity-ohjelmistolla. (Aalto 2021b.)

### 4.1 Unity

Unity on tehokas ja helppokäyttöinen alustariippumaton peli- ja ohjelmistokehityksen työkalu, joka on lanseerattu vuonna 2005. Unityä saa käyttää ilmaiseksi siihen asti, kunnes yritys tai tekijä alkaa tekemään liikevaihtoa yli tietyn rajan. Unity-kehitystyökalua sovelletaan myös pelialan ulkopuolisilla toimialoilla, kuten autonvalmistuksessa, elokuva- ja rakennusalailla. (Ollikka.)

Päätin rakentaa demo-ohjelman aikaisemman kuvaukseni mukaan. Tämän lisäksi lisäsin näkymään etäämmälle kopion käytettävästä aseesta, joka myös mukaillee käyttäjän liikkeitä. Kauemasta kopiosta näkee paremmin isommat liikeradat, joita aseella toteutetaan (kuva 13).



*KUVA 13. Kuvankaappaus demo-ohjelmasta, jossa käyttäjä on ampunut maalitauluja ja kääntelee aseita.*

## 4.2 Demo-ohjelman kompastuskivet

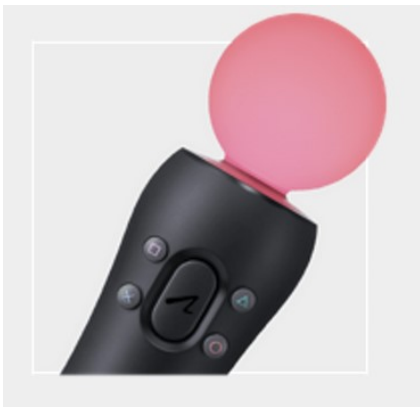
Vaikkakin demo-ohjelma mukailee hyvin käyttäjän liikkeitä ja mahdollistaa maalitaulujen ampumisen, niin silti sille jäi jatkokehittävää. Demo-ohjelmassa käyttäjän kamera on lukittuna paikalleen ja käyttäjä joutuu seuraamaan ampumista näytön välityksellä VR-lasien sijaan. Tämä aiheuttaa sen, että tähtäimen lävitse tähtääminen on vaikeaa demo-ohjelmassa, siispä käyttäjän on ammuttava aseella lonkalta. (Aalto 2021a.)

Toinen asia, mikä ilmeni demo-ohjelman käytön yhteydessä, oli se, että kun VR-ase muistuttaa kooltaan oikeaa asetusta, tämä vaatisi isomman pelialueen käytettäväkseen jo itse kameran katselukulman vuoksi.

## 5 LOPPUTULOS

Aseesta jäi uupumaan alussa suunnittelemani asean lataustoiminnallisuus ajan puutteen vuoksi sekä toteutuksessa jouduttiin käyttämään oheislaitteena web-kameraa. Näistä huolimatta olen lopputulokseen hyvin tyytyväinen.

Kameraperusteisen paikan määrittämisen yhteydessä huomasin, että nykyinen toteutus on hyvin herkkä valaistusmuutoksille, kuten varjoille taikka liialliselle valolle. Tämä aiheuttaa sen, että kamera ei kykene paikantamaan bittimaskilla määritettyä kohdetta kuvasta. Tämän voisi korjata seuraavassa versiossa korvaamalla asean päässä olevan pallon tietyn väristä valoa hohtavalla pallolla, jollaisia hyödynnetään esimerkiksi PlayStation 4:n VR-tuotteissa (kuva 14).



KUVA 14. PlayStation Move -liikeohjain (PlayStation).

Kuten mainitsin Demo-ohjelman kompastuskivet -kappaleessa, asean koon ollessa iso vaatisi se isomman pelialueen. Pelialuetta voisi kasvattaa sijoittamalla kameran kauemmaksi esimerkiksi pelitilana käytettävän huoneen nurkkaan, katon rajaan. Vaihtoehtoisesti sijainnin määrittämiseen voisi hyödyntää muiden VR-laitteiden tarjoamia majakoita tai kamerajärjestelmiä.

## LÄHTEET

Aalto, Juho 2021a, Oheislaitteista riippumaton VR-asetoteutus. Osa 1. Hakupäivä 22.12.2021.

<https://www.youtube.com/watch?v=UAIBu-bdQQ0>.

Aalto, Juho 2021b, Oheislaitteista riippumaton VR-asetoteutus. Osa 2. Hakupäivä 22.12.2021.

<https://www.youtube.com/watch?v=vGUglsopYLE>.

Adafruit Industries 2021. Adafruit HUZZAH32 - ESP32 Feather. Hakupäivä 29.11.2021. [https://cdn-](https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-huzzah32-esp32-feather.pdf)

[learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-huzzah32-esp32-feather.pdf](https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-huzzah32-esp32-feather.pdf).

Atom Arisoft. Mitä on airsoft ja miten sitä harrastetaan?. Hakupäivä 29.11.2021. [https://www.atom-](https://www.atom-airsoft.fi/aloitteijan-opas/#1553580523256-173c7ee9-e4de)

[airsoft.fi/aloitteijan-opas/#1553580523256-173c7ee9-e4de](https://www.atom-airsoft.fi/aloitteijan-opas/#1553580523256-173c7ee9-e4de).

Christoffersen, Jens 2015. Switch Bounce and How to Deal with It. All About Circuits. Hakupäivä 12.12.2021.

<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/switch-bounce-how-to-deal-with-it/>

eLab Peers. L3G4200D Gyroscope Sensor. Hakupäivä 29.07.2021.

<https://www.elabpeers.com/gyroscope-sensor.html>.

ForceTronics 2016. Eliminating Switch Bounce with a Debounce Circuit. Hakupäivä 12.12.2021.

<https://www.youtube.com/watch?v=Y86-t9j6doo>.

Hout, Michael C. & Penn Rebecca A 2018. Making Reality Virtual: How VR “Tricks” Your Brain. Frontiers for Young Minds. Hakupäivä 06.09.2021.

<https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frm.2018.00062#ref2a>.

Kärkkäinen. Proairsoft SR-16 jousiviritteinen airsoft kivääri setti. Hakupäivä 29.11.2021.

<https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/proairsoft-sr-16-jousiviritteinen-airsoft-kivaari-setti>.

Laine, Hannele & Dufva, Pilvi. 7 Kysymystä virtuaalitodellisuudesta. Hakupäivä 13.07.2021.

<https://virtual.outdoorsfinland.com/2018/03/7-kysymysta-virtuaalitodellisuudesta/>.

Ollikka, Niko. Unity. Zaibatsu Interactive. Hakupäivä 12.12.2021.

<https://zaibatsu.fi/unity/>.

PlayStation. PlayStation Move -liikeohjain. Hakupäivä 12.12.2021.

<https://www.playstation.com/fi-fi/accessories/playstation-move-motion-controller>.

Virtual Reality Society 2017a. How did virtual reality begin?. Hakupäivä 13.07.2021.

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/beginning.html>.

Virtual Reality Society 2017b. How is Virtual Reality Used?. Hakupäivä 13.07.2021.

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/how-is-it-used.html>.

Virtual Reality Society 2017c. Applications Of Virtual Reality. Hakupäivä 13.07.2021.

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-applications/>.

Skawiński, Mikolaj 2019. Bluetooth vs WiFi Comparison For the IoT Solutions. Netguru. Hakupäivä 15.07.2021

<https://www.netguru.com/codestories/bluetooth-vs-wifi-comparison-for-the-iot-solutions>.